

ОЦЕНКА ТЕРМОСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ СИНХРОННОГО ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Инкина П.С., Беззапонная О.В.

Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Россия

polinainkina3@gmail.com, bezzaponnay@mail.ru

Аннотация. В результате воздействия высоких температур на пожарах, строительные материалы и конструкции претерпевают изменение физико-химических и механических свойств. Эти изменения сопровождаются деформацией и даже разрушением. Чем выше температура и длительность воздействия, тем выше скорость протекания термоокислительных процессов и тем больше степень разрушения. По результатам исследований предложен подход к оценке термической стабильности (окислительной устойчивости), а также классификации строительных материалов по температуре начала потери массы стадии с наибольшей потерей массы.

Ключевые слова: термостойкость, строительные материалы, термический анализ, начало потери массы.

ESTIMATION OF THE THERMAL RESISTANCE OF BUILDING MATERIALS BY THE METHOD OF SYNCHRONOUS THERMAL ANALYSIS

Inkina P.S., Bezzaponnaya O.V.

Ural Institute of State Fire Service EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia

Abstract. As a result of exposure to high temperatures in fires, building materials and structures undergo changes in physical, chemical and mechanical properties. These changes are accompanied by deformation and even destruction. The higher the temperature and duration of exposure, the higher the rate of thermo-oxidative processes and the greater the degree of destruction. Based on the research results, an approach was proposed to assess the thermal stability (oxidative stability), as well as the classification of building materials by the temperature of the onset of weight loss of the stage with the greatest weight loss.

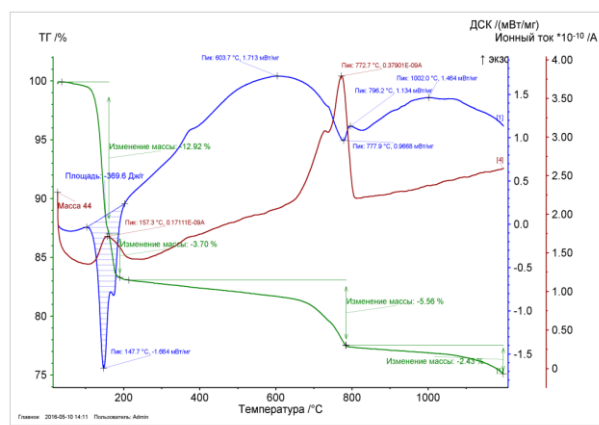
Key words: heat resistance, building materials, thermal analysis, onset of weight loss.

В результате воздействия высоких температур на пожарах, строительные материалы и конструкции претерпевают изменение физико-химических и механических свойств. Эти изменения сопровождаются деформацией и даже

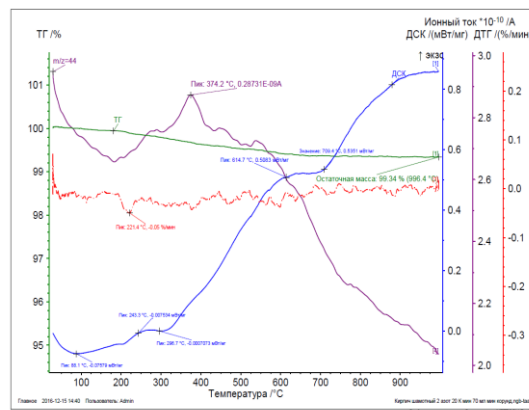
разрушением. Чем выше температура и длительность воздействия, тем выше скорость протекания термоокислительных процессов и тем больше степень разрушения. В связи с этим актуально исследование воздействия высоких температур на современные строительные материалы с целью разработки методик определения термической стабильности, окислительной устойчивости исследуемых материалов, а также оценки скорости протекания (кинетики) процесса термической деструкции строительных материалов при воздействии высоких температур методом синхронного термического анализа.

В настоящее время накоплен уже значительный экспериментальный материал исследования процесса термодеструкции и термоокислительной деструкции различных строительных материалов [1-2], что весьма ценно, как при проведении экспертизы пожаров, так и для научно-методологических разработок. Однако отсутствует единый методический подход к оценке термической стабильности и окислительной устойчивости строительных материалов при воздействии высоких температур пожара.

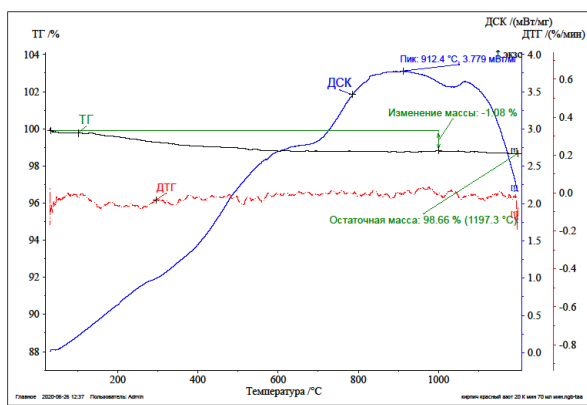
Для исследования термостойкости строительных материалов различной химической природы было выбрано несколько материалов, широко используемых в строительстве: гипсокартон фирмы Knauf, кирпич печной красный (М-100), шамотный кирпич (ШБ-5), бетон (М-250), ячеистый бетон (пенобетон). Исследования проводили методом синхронного термического анализа на приборе Netzsch STA 449 F5 Jupiter (рис. 1, а-д) со скоростью подачи газа (аргона) 70 мл/мин, в интервале температур 25-1200 °С, при скорости нагрева 20 °С/мин, в корундовых тиглях.



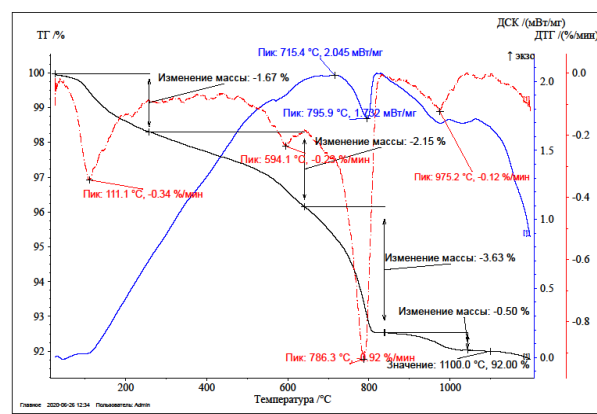
а) гипс



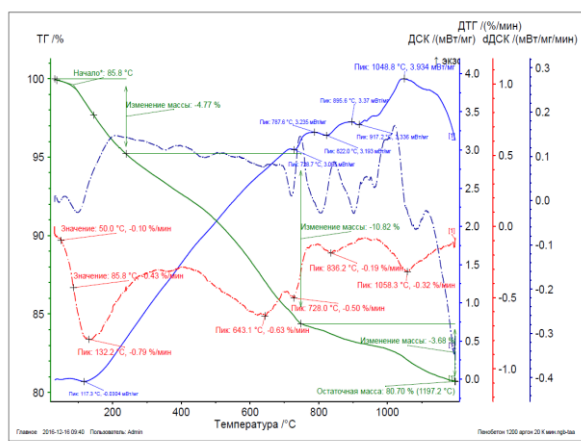
б) кирпич шамотный



в) кирпич красный



з) бетон М-250



д) пенобетон

Рис. 1. – Термограммы исследуемых строительных материалов

Результаты определения температуры начала потери массы (НПМ) при воздействии высоких температур в инертной среде приведены в таблице.

Таблица - Значения температур начала потери массы при воздействии высоких температур в инертной среде

№ п/п	Название материала	Температура НПМ, °С	Температура НПМ стадии наибольшей потери массы, °С	Место по термостойкости
1	Гипс (стандартный ПЛУК) фирмы Knauf	119,6	119,6	5
2	Кирпич огнеупорный шамотный	Потери массы практически нет	Потери массы практически нет	1
3	Кирпич красный	Потери массы практически нет	Потери массы практически нет	1

4	Бетон М-250	91,9	733,5	3
5	Бетон ячеистый (пенобетон)	85,8	596,1	4
6	Карбонат кальция	776,2	758,3	2

Анализируя полученные данные, установлено, что у исследуемых материалов со значительной потерей массы можно выделить три стадии термического разложения. Наибольшая потеря массы, и как следствие, потеря термостойкости для бетона М-250 и пенобетона наблюдалась на второй стадии в интервале температур $\approx 200 \div 800$ °С, а для гипса – на первой стадии в интервале температур $100 \div 200$ °С. В целом, для большинства строительных материалов потеря массы на первой стадии обусловлена дегидратацией сорбированной воды, т.е. сушкой материала, что не оказывает существенного влияния на их термостойкость. В связи с этим, при оценке термостойкости строительных материалов логично рассматривать стадию с наибольшей потерей массы. Для большинства строительных материалов такой стадией является вторая стадия термолитиза.

Анализ значений начала потери массы стадии наибольшей потери массы позволил получить следующую последовательность по возрастанию термостойкости исследуемых материалов: гипс < бетон ячеистый (пенобетон) < бетон М-250 < карбонат кальция < кирпич шамотный огнеупорный ~ кирпич красный. Разработан алгоритм действий по определению предела термостойкости строительных материалов различной химической природы методом синхронного термического анализа:

- провести термический анализ и получить термограммы исследуемого материала (не менее 3-х) в инертной среде (среде азота или аргона) или в окислительной среде воздуха при описанных выше условиях с учётом коррекции базовой линии (холостого опыта);

- определить температурный интервал, в ходе которого происходит максимальная потеря массы веществом или материалом при его нагревании;

- по термогравиметрической (ТГ) кривой определить начало потери массы (пересечение касательных, проведенных к ветвям ТГ кривой) для выбранной основной стадии потери массы – термической стабильности (в инертной среде) и окислительной устойчивости (в окислительной среде) исследуемого строительного материала.

Анализ результатов испытаний методом СТА, представленных в таблице, позволил классифицировать строительные материалы по термостойкости:

- строительные материалы высокой термической устойчивости (огнеупорные строительные материалы), у которых потери массы практически нет;
- строительные материалы удовлетворительной термической стабильности, для которых НПМ стадии с наибольшей потерей массы более 500 °С;
- строительные материалы низкой термостойкости с НПМ стадии с наибольшей потерей массы от 200 °С до 500 °С;
- строительные материалы неудовлетворительной термостойкости с НПМ стадии с наибольшей потерей массы менее 200 °С.

Библиографический список

1. Наймушин Е.В., Дементьев Ф.А., Минкин Д.Ю. Исследование гипса методом синхронного термического анализа для оценки температурного режима нагрева // Технологии техносферной безопасности №6(52), 2013 г.
2. Наседкин В.В., Демиденко К.В., Боева Н.М., Белоусов П.Е., Васильев А.Л. Органоглины. Производство и основные направления использования // Актуальные инновационные исследования: наука и практика. 2012. № 3. – С. 12-31.